

УДК 681.3 : 639.2.053.7

О РАЗРАБОТКЕ И ФУНКЦИОНИРОВАНИИ СИСТЕМЫ
КРАТКОСРОЧНОГО ПРОМЫСЛОВОГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ

В.Н.Кочиков

В настоящее время широко разворачиваются исследования по разработке методов промыслового прогнозирования — важнейшей составной части автоматизированной системы (АС) "Сырьевая база".

Техническое задание на АС "Сырьевая база" (1972) имеет целью оперативное обеспечение флота краткосрочными прогнозами мест концентрации, сроков формирования и распада промысловых скоплений, величины возможного улова с заблаговременностью от одних суток до квартала. Основные задачи прогнозирования сводятся к следующему:

- а) выявление ареала распределения промысловых объектов на прогнозируемый срок;
- б) определение зон максимальных концентраций и уловов промысловых объектов;
- в) определение возможного вылова на промысловое судно;
- г) выявление сроков образования промысловых скоплений;
- д) выявление сроков рассредоточения промысловых объектов;
- е) определение путей миграций внутри ареала.

Решить столь многоплановую проблему возможно только по частям и лишь потом объединить отдельные части разработки в единую систему. Фактически проблема создания системы краткосрочного прогнозирования (в рамках определения технического задания) еще шире, так как определение максимального срока прогноза в один квартал на деле означает объе-

динение в одну группу прогнозов, различающихся как по методике составления, так и по назначению. Заблаговременность действительно краткосрочного промыслового прогноза, по нашему мнению, не может превышать 6-7 дней по нескольким причинам (Чернявский, 1971). Во-первых, в пределах этого срока, не превышающего средней продолжительности естественного синоптического периода, необходимые прогнозы метеорологических явлений могут быть получены на основе хорошо разработанных методов краткосрочного прогноза погоды (Кан, 1971). Во-вторых, при прогнозировании промысловой обстановки на прок в пределах недели биологическое состояние объектов промысла может быть принято практически неизменяющимся, а при "неизменяющемся" состоянии организма и реакция его на изменение того или иного фактора условий среды обитания может считаться однозначной на весь прогнозируемый период. Такой подход к проблеме существенно сокращает круг нерешенных задач на пути создания методики краткосрочного прогнозирования промысловой обстановки, поэтому в данной работе предельным сроком краткосрочного прогноза принята пятидневка.

Обзор существующих методов краткосрочного прогноза промысловой обстановки показывает, что в настоящее время нет какой-либо стройной, единой и логически завершенной системы прогнозирования. Большинство выполненных разработок (Беренбейм, 1971; Чернявский, 1971) было направлено на получение прогноза для того или иного района на основе частной закономерности поведения объекта в связи с изменениями какой-либо характеристики среды обитания. Разнообразие факторов, ненадежность выявленных закономерностей во времени и пространстве даже для одного и того же вида свидетельствуют о временной и пространственной ограниченности используемых для прогнозов зависимостей и о недостаточной изученности механизмов воздействия условий на поведение объектов промысла.

Проблема разработки системы краткосрочного прогнозирования включает ряд самостоятельных задач, важнейшими из которых являются следующие:

а) организация потока достаточной по объему и приемлемой по точности и периодичности промыслово-биологической и гидрометеорологической информации о состоянии среды и объектов промысла; создание системы оперативной передачи информации, ее первичной обработки и систематизации;

б) исследование и установление взаимосвязей процессов системы "среда - организм";

в) разработка методов расчета и прогноза полей гидрофизических характеристик на основе изучения взаимодействия атмосферы и океана;

г) создание системы расчета прогнозируемых характеристик сырьевой базы с учетом известного состояния ее, прогнозируемых условий среды и установленных зависимостей в системе "среда - организм".

Окончательно практический прогноз должен формулироваться опытным специалистом-прогнозистом, который может на основании дополнительных сведений (и прежде всего с учетом оправданности предшествующего прогноза) внести небольшие коррективы в рассчитанные величины.

Рассмотрим несколько подробнее некоторые из перечисленных выше задач, исходя из условий промысла черноморской хамсы и мелкой ставриды у берегов Кавказа.

Роль промысловой информации в системе краткосрочного промыслового прогнозирования исключительно велика. На стадии разработки системы качество информации решает успех всего исследования. В процессе функционирования системы информация обеспечивает необходимые начальные условия для прогноза. И, наконец, надежная информация — единственная объективная база для оценки оправданности прогноза, а следовательно, и для его совершенствования. Более того, состав промысловой информации по существу полностью предопределяет состав прогнозируемых характеристик, так как все методы прогнозирования могут давать лишь те характеристики, сведения о которых закладываются на входе.

В ряде случаев одной промысловой информации оказывается достаточно для получения вполне надежного и достоверного прогноза методами простой пространственно-временной экстраполяции (Строганов, 1973).

Несмотря на вполне благоприятные предпосылки на Черном море не ведется систематического учета ежедневных уловов, затрачиваемых промысловых усилий и точных мест лова. Некоторые данные можно получить на основе анализа сводок Югрыбпроморазведки, однако количественные характеристики в этих сводках даются в слишком генерализованном виде. Незначительные уточнения вно-

сят и материалы авиаразведок, так как зимой черноморская хамса и ставрида обитают в толще воды и с самолета часто не просматриваются (Костюченко и др., 1971; Тараненко, 1958).

Данные о распределении и поведении хамсы и ставриды в осенне-зимние периоды разных лет убеждают в том, что понимание истинных причин колебаний уловов (а следовательно, и прогноз их) для этих видов возможен только при учете комплекса факторов, влияющих как на поведение рыб, так и непосредственно на ход промысла. В число таких факторов необходимо включать численность и возрастную структуру стада, характер нагульных условий осенью, активность осеннего охлаждения моря, жирность объекта промысла, суровость зимы, ветровую деятельность, освещенность (облачность и фазу луны), интенсивность течений и вертикального перемешивания водной толщи в верхних слоях моря. Особую важность имеет точное предсказание штормов, во время которых лов рыбы приостанавливается (Гололобов, 1957; Данилевский, 1964; Костюченко и др., 1971; Майорова, 1951; Тараненко, 1958; 1959).

Корреляционная зависимость перечисленных факторов различна, и некоторые из них можно исключить из рассмотрения, но делать это следует только после соответствующего исследования и обоснования.

К сожалению, качество имеющейся информации далеко от требований, предъявляемых решаемой проблемой. Регулярные ежедневные наблюдения проводятся только на береговых гидрометеорологических станциях. Эти наблюдения не всегда могут быть использованы для характеристики условий на участках лова рыбы и к тому же не дают представления о распределении гидрометеорологических характеристик по площади.

Таким образом, необходимость в организации системы целенаправленного сбора информации совершенно очевидна.

Систематический сбор комплекса данных о работе промыслового флота может быть организован при штабах путины промысловых районов в виде ежесуточных донесений о величине уловов, местах лова, количестве затраченных усилий и случаях простоя по техническим причинам по каждому из судов, находящихся на промысле. Такие сведения, ежедневно получаемые от капитанов-бригадиров путем их прямого опроса из штаба путины, должны точно соответствовать содержанию "Промыслового журнала", ве-

дение которого на всех судах должно быть обязательным. По окончании сеанса сбора информации все сведения перфорируются в штабе путины, а затем передаются в региональный ВЦ по каналам связи.

Необходимый минимум сведений для нужд краткосрочного прогнозирования о состоянии среды обитания и биологическом состоянии промысловых объектов должен собираться судами Юг-рыбпромразведки и АзчерНИРО в районах промысла и ежедневно передаваться в отдел краткосрочного прогнозирования регионального ВЦ. Крайне желательно также организовать в промысловых районах регулярные наблюдения за температурой поверхности моря с самолета, ведущего разведку рыбы, с немедленной передачей материалов в ВЦ.

Поступающая на ВЦ информация раскордируется, контролируется, подвергается первичной обработке и сводится в таблицы, карты распределения или графики при помощи программы стандартного автоматизированного технологического процесса, реализуемого на современных ЭВМ.

На основе организованного потока информации с использованием обширной (хотя и несовершенной) информации за предшествующие годы можно начать исследование и установление связей между процессами в системе "среда - организм". Наиболее рациональный путь этих работ - обобщение уже имеющихся исследований, изучение статистической структуры временной и пространственной изменчивости параметров и выяснение физического механизма их взаимодействия.

Прежде всего необходимо выявить и изучить как можно больше зависимостей между параметрами, характеризующими поведение объектов промысла, их состояние и условия среды обитания. Особое внимание при этом должно быть уделено методам многофакторного регрессионного анализа данных с применением ЭВМ.

В начале анализа следует рассмотреть максимальное число наблюдаемых и расчетных факторов (например, составляющих скорости течения), характеризующих скопления, состояние объектов и условия среды их обитания. На заключительном этапе комплекс влияющих факторов ранжируется по величине "вклада" в исследуемую зависимость, а затем "урезается" до минимального объема, удовлетворяющего требованиям точности решаемой задачи.

Опыт показывает, что устанавливаемые таким образом зависимости не могут быть универсальными. Они должны разрабатываться для каждого вида, для отдельных промысловых районов, для различных этапов годового цикла биологического состояния и поведения объектов. Не только различные виды, но даже представители одного и того же вида, обитающие в разных районах, реагируют на изменения той или иной характеристики среды неодинаково. Еще более различается поведение одних и тех же организмов в изменившихся условиях среды в зависимости от их биологического состояния (нагул, нерест, миграция, зимовка).

Успех краткосрочного промыслового прогнозирования вообще в значительной степени зависит от уровня знания общих законов поведения объектов промысла. Задача краткосрочного прогноза сводится по существу к выяснению и предсказанию характера и размера отклонений от "теоретически гладких" закономерностей поведения объекта (Чернявский, 1971), отклонений, обусловливаемых аномальными изменениями биологического состояния организма и условий среды обитания.

В этой связи исключительно важное значение приобретает количественная характеристика изменения того или иного фактора. Всякому, кто хотя бы бегло знаком с исследованиями воздействия среды на поведение организмов, известно, что "биологический" эффект количественно одинаковых колебаний фактора на различных участках диапазона его изменений неодинаков. Существуют некоторые критические значения, за пределами которых наступает резкое изменение поведения объекта и даже переход его к качественно новому типу. Вне окрестностей таких значений даже большие изменения фактора отражаются на поведении объекта неизмеримо меньше и могут оказаться вообще несущественными в конкретной ситуации.

Известно, что перед приближением штормов зимующая черноморская хамса покидает прибрежные районы и уходит в безопасные места (Тараненко, 1958). Поэтому прогнозисту важно установить тот относительно узкий диапазон скоростей, в котором сильный ветер переходит в шторм. Если факт приближения шторма установлен, дальнейшее увеличение скорости ветра уже не будет иметь особого значения, так как существенных изменений в промысловую обстановку прибрежных районов, оставленных рыбой, оно внести не может.

Известно также, что положительная реакция на свет у мелкой ставриды на местах зимовок обычно проявляется только после того, как температура воды опустится ниже 10°C (Костюченко и др., 1971). Поэтому при прогнозе сроков начала конусного промысла ставриды указанное значение температуры заслуживает особого внимания.

Обсуждаемая особенность воздействия факторов среды распространяется и на характеристики биологического состояния объекта. Смена типа поведения организма определяется в первую очередь изменением стадии зрелости его половых продуктов. При этом наибольшее влияние оказывают изменения, связанные с переходами к преднерестовому, нерестовому и посленерестовому периодам жизни объектов.

Другой известный пример. Массовый выход хамсы через Керченский пролив в Черное море осенью чаще всего наблюдается при понижении среднесуточной температуры воды на поверхности в северном предпроливье до 16°C (Данилевский, 1958, 1964; Костюченко и др., 1971). Однако так бывает в годы, когда хамса успевает к этому времени накопить достаточный запас жира в теле. Если запас жира недостаточен, рыба остается в Азовском море чуть ли не до начала ледостава, что иногда приводит даже к ее массовой гибели (Костюченко и др., 1971; Тараненко, 1964).

Учитывая сказанное, по-видимому, целесообразно ввести для промыслового прогнозирования специальные шкалы количественной оценки влияющих факторов. Создание этих шкал позволит выразить количественно (вероятно, в условных единицах) степень влияния фактора на поведение объекта. Влияние может быть слабым (т.е. таким, что им можно пренебречь), умеренным (т.е. требующим учета), сильным (т.е. определяющим, основным) и критическим (т.е. вызывающим качественное изменение поведения объекта).

Границы указанных градаций в обычных единицах измерения должны устанавливаться дифференцированно для различных видов промысловых объектов, этапов их биологического цикла и районов обитания.

Факторы среды и состояние организма воздействуют на поведение объектов комплексно, т.е. все факторы оказывают влияние на объект одновременно. Именно поэтому в начале анализа наиболее оправданным подходом к исследованию закономерностей

поведения объектов и является учет максимально возможного количества факторов. Однако преимущества такого подхода часто оказываются чисто методическими. Например, при отклонении какого-либо фактора за пределы критических значений его воздействие на объект становится преобладающим и учет влияния всех остальных факторов теряет практический смысл, так как это только осложняет анализ.

Кроме того, влияющие факторы по своему воздействию на организмы далеко не равнозначны. Возвратимся хотя бы к случаю осенней миграции хамсы. Когда не набравшая достаточного количества жира рыба остается в Азовском море значительно дольше обычного, она вынуждена продолжать нагул в температурных условиях, которые при нормальном физиологическом состоянии являются для нее более чем критическими. Тем не менее критически низкие показатели более "мощного" физиологического фактора удерживают хамсу на местах нагула.

Наконец, следует коротко остановиться на механизмах воздействия факторов среды на формирование и поведение промысловых скоплений. Обычно показатели условий среды, существующие на участках наиболее плотных и устойчивых скоплений, считаются оптимальными для обитания данного вида. Критический анализ имеющихся материалов дает основание полагать, что во многих случаях такое утверждение неоправданно. Об этом, в частности, свидетельствует повышение результативности промысла мелкой ставриды в суровые зимы у берегов Кавказа (Данилевский, 1964; Костюченко и др., 1971; Майорова, 1951; Тараненко, 1959).

Во многих случаях наиболее плотные придонные скопления рыб и ракообразных на шельфах наблюдаются на границах водных масс, заведомо неблагоприятных для обитания организмов. Вторгаясь в районы обитания промысловых объектов, эти водные массы, вероятно, вытесняют организмы с участков, характеризующихся наиболее благоприятными условиями, и способствуют сосредоточению биологических объектов на границах потоков. При отступлении вторгшейся водной массы скопления немедленно перемещаются на традиционные места обитания. Если же вторжение прогрессирует и захватывает большую часть акватории района, рыба рассредоточивается и покидает его.

В подобных случаях образование скоплений, а тем более их уплотнение являются защитной реакцией организмов на неблаго-

приятные условия среды, а не следствием "оптимальности" этих условий.

Успешное решение затронутых вопросов еще не означает создания системы краткосрочного промыслового прогнозирования, но оно является необходимым начальным условием для разработки этой системы. Таким образом, цели, задачи и сроки краткосрочного промыслового прогнозирования требуют корректировки методов сбора и обработки промыслово-биологической и гидрометеорологической информации. Поток необходимой информации следует организовать так, чтобы иметь возможность в первую очередь установить и исследовать корреляционные связи между поведением объектов промысла, их биологическим состоянием и условиями среды обитания. Целесообразно также ввести условные шкалы количественных оценок влияния различных факторов на биологические объекты, что позволит учитывать степень этого влияния.

Л и т е р а т у р а

- Б е р е н б е й м Д.Я. Связь сроков нереста весенненерестующих рыб с термическим состоянием водоема в преднерестовый период. - "Обзорная информация ЦНИИТЭИРХ", 1971, сер.9, вып.3, с.18-24.
- Г о л о л о б о в Я.К. Изменение величины показателей среды в зимних скоплениях хамсы в юго-восточной части Черного моря. - "Рыбное хозяйство", 1957, вып.7, с.60-61.
- Д а н и л е в с к и й Н.Н. Миграции черноморской хамсы и факторы, их определяющие. - "Труды АзчерНИРО", 1958, вып.17, с.51-74.
- Д а н и л е в с к и й Н.Н. Важнейшие факторы, определяющие сроки и районы образования промысловых скоплений черноморской хамсы. - "Труды АзчерНИРО", 1964, вып.22, с.115-124.
- К а л е н д а р ь распределения основных промысловых рыб Азово-Черноморского бассейна. М., "Пищевая промышленность", 1971, 129 с. Авт.: Р.А.Костюченко, Е.А.Еремеев, В.В.Назаров, В.Н.Зверев.
- К а н С.И. Морские прогнозы. - "Итоги науки", сер."Геофизика". М., "Наука", "Океанология", 1970, с.108-126.
- М а й о р о в а А.А. Биология и промысел черноморской хамсы. Симферополь, Крымиздат, 1951, 28 с.

Строганов А.А. Применение кинематических методов
р промысловом прогнозировании. - "Рыбное хозяйство",
1973, №1, с.61-63.

Тараненко Н.Ф. Поведение хамсы на местах ее зимо-
вок в Черном море. "Труды АзчерНИРО", 1958, вып.17, с.111-140.

Тараненко Н.Ф. Поведение хамсы как адаптация к
условиям существования. - Автореферат диссертации на
соискание ученой степени кандидата биологических наук.
Одесса, 1959, 17 с.

Тараненко Н.Ф. Уровень жировых запасов в теле
азовской хамсы как показатель воспроизводительных
свойств стада и сроков миграции. "Труды АзчерНИРО",
1964, вып.22, с.137-147.

Техническое задание на автоматизированную
систему "Сырьевая база".-М., МРХ СССР, ВНИРО, 1972, 47 с.

Чернявский Е.Б. Обзор состояния краткосрочного
рыболовственного прогнозирования для шельфов Западной
Африки. - "Обзорная информация ЦНИИТЭИРХ", 1971,
сер.9, вып.3, с.8-18.

Some problems of elaboration and functioning
of short-term fishery forecast system

V.N.Kochikov

S u m m a r y

Objectives, problems and time of short-term fishery
forecasts require a certain correction in the methods of
collection and processing of fishery-biological and hydro-
meteorological information. The flow of needed information
should be arranged in such a way that it would be possible
to establish and investigate correlations among behavioural
patterns of species, their biological and environmental con-
ditions. It is advisable to introduce conventional scales of
quantitative estimates of the influence of various factors
on the species.